

Региональная открытая конференция по научно-техническому творчеству

«Лабиринты науки»

«Изучение, охрана и рациональное использование водных ресурсов»

Анализ физико-химических свойств воды из пруда

Солодова Анна Васильевна,

обучающаяся 11 класса Средней школа № 75

г. Ярославль

Научные руководители: Толоконина Светлана Васильевна,

учитель географии и биологии, средняя школа № 75

Король Илья Ильич, специалист линии R&D участка

таблеток и капсул Филиала ЯЗГЛФ группы компаний «Р-Фарм»

Ярославль, 2025

Аннотация

Цель работы: анализ физико-химических свойств воды из пруда села Путятино в зимнее время.

Методы исследования:

- 1) Теоретический (изучение и анализ литературы);
- 2) Экспериментальный (проведение экспериментов с водой);
- 3) Эмпирический (описание, обобщение и объяснение результатов).

Изучаемый объект находится на территории села Путятино Ярославской области. Исследования проводились в ноябре и декабре 2024. В результате проведённой работы установлено:

1. вода из водоёма не соответствует нормативам по следующим показателям: запах и содержание общего железа; по показателям pH, удельной электропроводности, сухого остатка, цветности, прозрачности и общей жёсткости – соответствует нормативам.

2. На данный момент экологическая полноценность водоема характеризуется наличием удовлетворительно чистой воды. Согласно ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций» класс качества воды водных объектов с экологических позиций – III «умеренно загрязненная». Использование такой воды - техническое, рекреационное, для ограниченного орошения, поения животных.

3. Вода из пруда вполне пригодна для использования. Она подойдет для орошения сельскохозяйственных земель, водопоя скота, санитарных, противопожарных и спортивных потребностей. Но для использования данной воды для питья стоит подвергнуть её очистке, фильтрации и дезинфекции. Гипотеза подтвердилась частично.

Исходя из изложенного выше, вода по физико-химическим показателям соответствует норме. Но кроме физико-химических показателей существуют также и биологические, по которым вода не анализировалась. Именно поэтому нельзя точно установить пригодность воды для употребления человеком.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Теоретическая часть.....	5
Глава 2. Экспериментальная часть.....	6
Выводы.....	14
Заключение.....	14
Список использованных источников.....	15
Приложение 1. Методики и расчеты определения некоторых показателей.....	16

Введение

Актуальность: водоёмы в сельской местности чаще всего используют для орошения сельскохозяйственных земель, а также для водопоя домашнего скота, именно поэтому важно знать состояние пригодности воды для этих целей.

Гипотеза: вода из пруда не пригодна для использования.

Цель работы: анализ физико-химических свойств воды из пруда села Путятино в зимнее время.

Задачи:

1. Взять пробу воды из пруда села Путятино.
2. Провести физико-химический анализ воды из пруда села Путятино.
3. Сравнить полученные показатели согласно СанПиН.

Объект исследования: Пруд села Путятино.

Предмет исследования: Физико-химический состав воды пруда села Путятино в зимнее время.

Методы исследования:

- 1) Теоретический (изучение и анализ литературы);
- 2) Экспериментальный (проведение экспериментов с водой);
- 3) Эмпирический (описание, обобщение и объяснение результатов).

Новизна работы-на данной территории впервые проводилось исследование физико-химических свойств воды.

Практическая значимость-результаты исследования помогут выяснить пригодность воды из пруда для водопоя домашнего скота и орошения сельскохозяйственных земель.

Работа проводилась в конце ноября-начале декабря 2024 года.

Район исследования – село Путятино, Некрасовского района, Ярославской области.

Село Путятино находится в 22 километрах к северо-востоку от центра города Ярославля, на территории которого был выбран данный водоём.

Пруд расположен на улице Черёмушки, неподалёку от которого находится ферма, преимущественно занимающаяся разведением крупного рогатого скота. Раньше данный водоём использовался местными жителями как водопой для разводимых домашних животных. С течением времени стал активно зарастать. Можно предположить, что на активное зарастание пруда повлияли животные, выпас которых увеличил попадание в пруд органических веществ, содержащих азот. Сам водоём является достаточно небольшим и имеет овально-вытянутую форму, длина пруда 12 м, ширина 6 м, а глубина около 3,5 м. Питание пруда осуществляется грунтовыми водами и выпадением атмосферных осадков. Тип донного грунта- глинистый. По береговой линии обильно произрастают растения. (Фотография 3 представленная в Приложении 1)



Фотография 1. Расположение пруда в сельской местности.

Глава 1. Теоретическая часть

Определение

Пруд— искусственный водоём для хранения воды с целью водоснабжения, орошения, разведения рыбы (прудовое рыбное хозяйство) и водоплавающей птицы, а также для санитарных, противопожарных и спортивных потребностей. В российском законодательстве прудами считаются искусственные водоёмы площадью не более 1 км².

Отличительные черты:

Для лучшего понимания, что такое пруд, стоит познакомиться с его характеристикой, которая имеет свои отличительные черты:

1. Площадь водной поверхности пруда в среднем составляет не более 1 км².
2. Устойчивое к размыву ложе дна имеет некрутой уклон, при этом берега допускаются с относительной крутизной.
3. Если пруд не имеет грунтовой подпитки, то в зимний период может быть его полное промерзание, а в жаркий сезон – высыхание.
4. У пруда допускается сильное колебание уровня воды в зависимости от сложившейся погоды (понижение уровня при устойчиво жаркой, повышение – после обилия дождей).
5. Вся акватория пруда имеет один и тот же состав воды, одинаковую растительность и животный мир

Типы прудов

Искусственно создаваемый пруд требует тщательного подбора места и учета природных условий. Исходя из этого, подразделяют несколько его основных типов:

1. Пруды, пополняющиеся водой посредством атмосферных осадков. Они возводятся в широких, покатых по рельефу лощинах, при которых сооружают относительно небольшую плотину. Она позволяет накапливать достаточно большой объем воды. Глубина таких прудов в среднем составляет 1,5 метра.
2. Пруды, существующие благодаря действующим природным ключам. Независимо от сезона года в них постоянно поступает одинаковый объем воды. При этом средняя температура воды из источника не меняется даже в летнее время и не поднимается выше 11-12 °С.

3. Пруды, снабжающиеся водой из рек. В силу определенных условий их строят пойменными или русловыми. Последние воздвигают, перегораживая речку земляными дамбами в одной из узких частей поймы. Конструкция сооружения такая, что в пруд вода поступает самостоятельно, по каналу из подпора.

4. Копани. Они представляют собой котлованы глубиной до 1,5 м. Они не имеют природного истока и питаются талыми водами посредством дождей, а также через насосную установку местного водопровода или из другого водоема. Именно такие пруды чаще всего создаются на территориях городских парков, скверов и частных садовых участков

Глава 2. Экспериментальная часть

Отбор пробы воды осуществлялся в зимнее время, с наличием льда на поверхности водоёма (толщина льда составляла около 1 см) и проводился с берега на расстоянии около 30 см.

Органолептические показатели воды

Запах. Запах воды обусловлен наличием в ней пахнущих веществ, которые попадают в нее естественным путем и со сточными водами. Запах воды водоемов, обнаруживаемый непосредственно в воде или (водоемов хозяйственно-питьевого назначения) после ее хлорирования, не должен превышать 2 баллов. Определение основано на органолептическом исследовании характера и интенсивности запахов воды при 20 и 60 °С. Характер и интенсивность запаха определяют по предлагаемой методике представленной в Приложении 1.

Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...», запах воды не должен превышать 2 баллов. При определении запаха должны соблюдаться следующие условия: воздух в помещении, где проводится анализ, не должен иметь никакого запаха; одежда, лицо, руки, волосы наблюдателя не должны иметь отвлекающего запаха.

Таблица 1. Результат определения запаха

Запах при t 20 °С в баллах	Запах при t 60 °С в баллах
2	3

Характер запаха болотный. Запах не соответствует нормативу.

Прозрачность. Прозрачность воды является важным признаком ее доброкачественности. Прозрачность зависит от содержания в воде механических взвешенных веществ (мути), химических примесей, солей железа. Цветение водоемов ведет также к понижению прозрачности воды. Питьевая вода неэстетична и всегда подозрительна в эпидемическом отношении, т.к. в мутной воде создаются оптимальные условия для размножения микроорганизмов. Ход работы представлен в Приложении 1.

Таблица 2. Результат определения прозрачности

п/п	Высота столба жидкости, см	Видимость шкалы
1	5	хорошая
2	10	хорошая
3	15	хорошая
4	20	хорошая
5	25	удовлетворительно
6	30	удовлетворительно

Вода прозрачная.

Определение цветности. Питьевая вода не должна быть бесцветной. Цветность природной воды обусловлена наличием в ней гуминовых веществ, образующихся в результате разложения растительных остатков, что придаёт воде желтоватый оттенок. Окраску воде могут придавать соединения железа (желто – зеленоватое окрашивание), цветущие водоросли, взвешенные вещества. Оттенки вода может приобретать в результате загрязнения ее сточными водами. Принцип метода и ход работы представлены в Приложении 1.

Рис. 1. Построение калибровочного графика

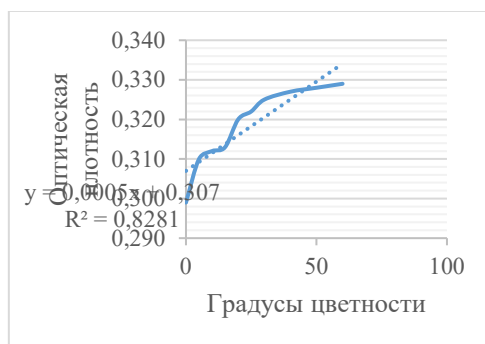


Таблица 3. Результат определения цветности воды.

Оптическая плотность	Цветность °
0,315	16

Цветность воды соответствует нормативу.

Определение pH и удельной электропроводности исследуемой воды. Определение pH не даёт представления об общей кислотности, так как при этом устанавливают лишь концентрацию свободных активных ионов водорода. В природных пресных водах кислотность создают свободная угольная кислота, а также гуминовые и другие слабые кислоты. В болотных гумусовых водах кислотность иногда обуславливается наличием свободной серной и соляной кислот. Во всех таких

водах pH всё же не снижается ниже 4. Определение pH и удельной электропроводности пробы представлено в Приложении 1, полученные результаты отображены в таблице 4

Таблица 4. Результат определение pH и удельной электропроводности, исследуемой воды

Показатель	Норма	Результат
pH, ед. pH	6-9	6 (до округления 6,29)
Удельная электропроводность, мкСм/см	50-10000 (информационное значение)	494

Значения водородного показателя и удельной электропроводности в пределах нормативных значений.

Определение сухого остатка. Сухой остаток — масса остатка, получаемого выпариванием профильтрованной пробы сточной или природной воды и высушиванием при 103–105 °С или 178–182 °С. Используемая посуда и ход работы представлены в Приложении 1.

$$\text{Расчеты: Сухой остаток} = \frac{(a-b) \times 1000}{V} \text{ мг/дм}^3$$

где а — масса чашки с сухим остатком, мг; б — масса пустой чашки, мг; V— объем анализируемой воды, см³.

$$\text{Сухой остаток} = \frac{(22817 - 22814) \times 1000}{20} = 150 \text{ мг/дм}^3$$

Таблица 5. Результат определения сухого остатка

Норма	Результат
Не более 1000 (1500) мг/дм ³	150 мг/дм ³

Показатели сухого остатка соответствуют норме.

Определение общей жесткости. Жесткость воды определяется количеством растворенных в ней солей угольной, серной, хлороводородной, фосфорной, азотной кислот, главным образом кальция и магния. В некоторых случаях жесткость воды обусловлена присутствием солей калия, натрия железа (II), марганца (II), алюминия.

Общая жесткость – это жесткость сырой воды, обусловленная всеми соединениями кальция и магния (иногда железа и марганца), независимо от того, с какими анионами они связаны.

Жесткость воды зависит также от химического состава почвы, через которую приходит вода, содержания в воде окиси углерода (IV), степени загрязнения ее органическими веществами.

Общая жесткость воды, согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...», должна быть не более 7 (10) мг-экв/дм³; очень жесткая вода имеет неприятный вкус, может ухудшать течение почечнокаменной болезни. Ход работы; объем воды, рекомендуемый для определения жесткости и результат оценочного титрования представлены в Приложении 1.

Таблица 6. Результат определения общей жёсткости

№ п/п	V пробы H ₂ O, см ³	V Трилон Б, см ³	C Трилон Б, моль/дм ³	Общая жесткость, ммоль/дм ³
1	100	4,10	0,05	2,05
2	100	4,10	0,05	2,05
3	100	4,10	0,05	2,05

Общую жесткость воды определяют по формуле:

$$Ж_{общ} = \frac{V_{тр.Б} \times C_{тр.Б} \times 1000}{V_{H_2O}}, \text{ ммоль/дм}^3$$

После фильтра:

$$Ж_{общ 1} = \frac{4,10 \times 0,05 \times 1000}{100} = 2,05 \text{ ммоль/дм}^3;$$

$$Ж_{общ 2} = \frac{4,10 \times 0,05 \times 1000}{100} = 2,05 \text{ ммоль/дм}^3;$$

$$Ж_{общ 3} = \frac{4,10 \times 0,05 \times 1000}{100} = 2,05 \text{ ммоль/дм}^3;$$

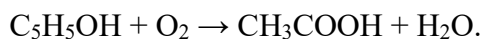
$$\overline{Ж_{общ}} = \frac{2,05 + 2,05 + 2,05}{3} = 2,05 \text{ ммоль/дм}^3.$$

Полученный результат общей жесткости воды соответствует нормативу.

Качественное определение окисляемости воды. Анализ на окисляемость воды проводят для определения содержания в воде органических и легко окисляющихся неорганических веществ, способных реагировать с окислителями. Метод основан на обработке воды при кипячении перманганатом калия в кислой среде:



Выделяющийся кислород окисляет органические и неорганические вещества:



Сохранение красной (розовой) окраски раствора после кипения раствора говорит о небольшом количестве органических веществ.

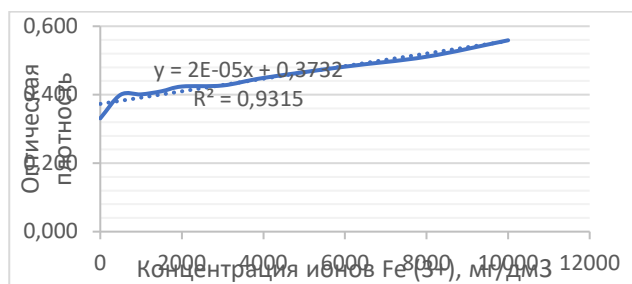
Ход работы: 1. Подготовить посуду для исследования. В коническую колбу отобрать 90 см³ дистиллированной воды, 5 см³ серной кислоты и 10 см³ 4% раствора перманганата калия. Поместить 3 штуки кипелок. Колбу закрыть воронкой и поставить на электроплитку на 10 минут с момента закипания. Содержимое колбы вылить в слив (кипелки должны остаться в колбе). Колбу ополоснуть дистиллированной водой. 2. Выполнение определения. В подготовленную коническую колбу пипеткой наливают 100 см³ исследуемой воды. Затем вносят 5 см³ 30% раствора серной кислоты и, прибавляют 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Раствор кипятят 10 минут с момента появления 1 пузырька пара. После кипячения жидкость должна иметь красную окраску, что и до кипячения. Вся используемая посуда представлена в Приложении 1.

Результат: раствор после кипячения обесцветился, выпал незначительный осадок бурого цвета, что свидетельствует о значительном содержании окисляющихся веществ.

Определение содержания общего железа. Метод основан на взаимодействии Fe³⁺ в сильноокислой среде с роданид-ионами с образованием комплексного соединения, окрашенного в кровавокрасный цвет. Для получения воспроизводимых результатов при фотометрических определениях Fe³⁺ необходимо соблюдать равенство концентраций роданид-ионов в исследуемых и стандартных растворах и поддерживать определенную кислотность раствора. Обычно добавляют большой избыток роданида (при этом в растворе преимущественно образуется комплексный ион [Fe(CNS)₄]) оптимальной кислотностью считают pH 1,0–1,5. Ход работы, используемое оборудование и результат построения градуировочного графика представлены в Приложении 1.

Расчеты:

Рис 2. Градуировочный график.



Содержание общего железа (С_х) вычисляют по формуле:
$$C_x = \frac{C_{\text{град}} \times V_{\text{м.к.}}}{V \times 1000} \text{ мг/дм}^3$$

где С_{град} – концентрация ионов железа, определенная по градуировочному графику (мг/дм³);

V – объем пробы, взятой для определения (см³); V_{м.к.} – объем мерной колбы (см³).

$$C_x = \frac{176 \times 50}{40 \times 1000} = 0,345 \text{ мг/дм}^3$$

Таблица 7. Результат определения содержания общего железа

Норма	Результат
Не более 0,300 мг/дм ³	0,345 мг/дм ³

Содержание общего железа в воде больше нормы и не соответствует ей.

Измерение уровня кислорода в воде. Содержание растворённого кислорода в воде оказывает решающее влияние на жизненный цикл водной фауны и флоры, поскольку при низком уровне его содержания, условия жизни водоёма становятся неподходящими для его обитателей. Отметим, что кислород участвует в разложении биологических соединений. Таким образом, содержание РК в водоёме является важным показательным фактором благополучия, экологического и санитарного состояния водоёмов.

Нормы в поверхностных и сточных водах

В зависимости от типа вод, устанавливаются различные нормы содержания РК

- Для рыбохозяйственных водоёмов – 6 мг/дм³ для ценных пород рыбы, 4 мг/дм³ – для остальных;
- Для воды поверхностных водоёмов при измерении до 12 часов дня, концентрация РК должна быть не ниже 4 мг/дм³;
- При снижении концентрации кислорода ниже 2 мг/дм³ наблюдается массовая гибель фауны водоёма, поэтому именно такая концентрация устанавливается в качестве минимальной нормативной для сточных вод. Тем не менее, современные меры контроля практически исключают возможности такого рода.

Основные источники кислорода в водоёме – это кислород из воздуха (попадает в воду по механизму абсорбции на поверхности), вода атмосферных осадков (она более насыщенная кислородом), биологическая активность (фотосинтез) водных растений.

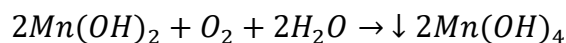
Выбор метода определения растворенного кислорода

Содержание кислорода, растворенного в воде, может быть определено йодометрическим и колориметрическим методом. В условиях школьной химической лаборатории доступен первый способ.

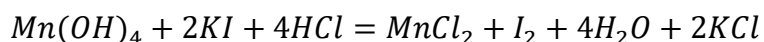
Определение количества кислорода иодид-иодатным методом. Иодид-иодатный метод основан на окислении свежесозданной гидроокиси марганца в щелочной среде кислородом,

растворенным в воде. Для анализа берут пробы воды одинакового объема и добавляют в одну из них последовательно раствор сульфата марганца и щелочной раствор иодид-иодата.

Растворенный в воде кислород окисляет двухвалентный марганец в четырехвалентный. В результате выделяется гидроокись марганца.



Затем к раствору прибавляют кислоту. Иодид при этом восстанавливает четырехвалентный марганец до двухвалентного; йод выделяется в количестве, эквивалентном кислороду, растворенному в воде. Список используемых реактивов представлен в Приложении 1 (Фотография 2).



2.5 Ход работы

1. Калибровка посуды. Слянку заполнить водой, закрыть пробкой (между водой и пробкой не должно быть пузырьков воздуха). Содержимое слянки вылить в мерный цилиндр, зафиксировать объем воды.
2. Проведение определения. Откалиброванную слянку заполнить исследуемой водой, закрыть пробкой (без пузырьков воздуха). В пробу внести 1 см³ соли марганца пипеткой (опустить пипетку до середины колбы). Другой пипеткой внести 3 см³ щелочного раствора иодид-иодата. Слянку закрыть пробкой и оставить на 15 минут. Затем прилить 5 см³ HCl (вводить пипетку в раствор). Закрывать слянку перемешивать раствор до растворения осадка. Содержимое слянки перелить в коническую колбу.



Фотография 2: Титрование.

Титровать раствором тиосульфата до соломенно-желтого цвета (фотография 2).
Добавить 10 капель крахмала, продолжить титрование до обесцвечивания. Количество определений до сходимости объемов тиосульфата, пошедших на титрование.

После проведения опыта в исследуемой пробе приступить к выполнению контрольного опыта. Аналогично исследуемой пробе при другой последовательности добавления реактивов:

1. Кислота 2. Соль марганца 3. Щелочной раствор иодид-иодата.

2.6 Расчёты

$$V(MnSO_4) = 1 \text{ см}^3$$

$$V(KI + KIO_2) = 3 \text{ см}^3$$

$$V(\text{склянки}) = 122 \text{ см}^3$$

$$V(Na_2S_2O_3) = 1.30 \text{ см}^3$$

$$V(Na_2S_2O_3)_{\text{холостой опыт}} = 1.0 \text{ см}^3$$

$$T(Na_2S_2O_3 / O_2) = \frac{C(Na_2S_2O_3) \times M \frac{1}{4} O_2}{1000} \text{ мг/см}^3$$

$$T(Na_2S_2O_3 / O_2) = \frac{0.2 \times 8}{1000} \text{ мг / см}^3 = 0.0016 \text{ мг / см}^3$$

$$C(\text{мг } O_2 / \text{дм}^3) = \frac{V(Na_2S_2O_3) \times T(Na_2S_2O_3 / O_2) \times 10^6}{V(H_2O)}$$

$$C(\text{мг } O_2 / \text{дм}^3) = \frac{1.30 \times 0.0016 \times 10^6}{118} = 17.6271 \text{ мг / дм}^3$$

Содержание кислорода в холостом опыте рассчитывают по формуле:

$$C(\text{мг } O_2 / \text{дм}^3) = \frac{V(Na_2S_2O_3) \times T(Na_2S_2O_3 / O_2) \times 10^6}{V(H_2O)}$$

$$V(H_2O) = [V_{\text{скл}} - (V_{\text{соли Mn}} + V_{HCl} + V_{\text{щел.иод.-иод.}})]$$

$$V(H_2O) = 122 - (1 + 5 + 3) = 113 \text{ см}^3$$

$$C(\text{мг } O_2 / \text{дм}^3) = \frac{1.00 \times 0.0016 \times 10^6}{113} = 14.1592 \text{ мг / дм}^3$$

Истинное содержание кислорода в пробе

$$C(\text{мг O}_2/\text{дм}^3) = C(\text{контр. проба}) - C(\text{хол. опыт})$$

$$C(\text{мг O}_2/\text{дм}^3) = 17.6271 - 14.1592 = 3.4678 \text{ мг / дм}^3$$

Погрешность методики 10% (3.4678 ± 0.34678) мг / дм³

2.7 Рекомендации по сохранению водоема

Так как основным источником кислорода в воде является кислород из воздуха (попадает в воду по механизму абсорбции на поверхности). То можно дать следующие рекомендации для поддержки уровня кислорода в воде:

Во время зимнего сезона регулярно делать проруби, а во время летнего сезона не допускать зарастание водоема.

Выводы

В результате проведенной работы установлено:

1. вода из водоёма не соответствует нормативам по следующим показателям: запах и содержание общего железа; по показателям pH, удельной электропроводности, сухого остатка, цветности, прозрачности и общей жёсткости – соответствует нормативам.

2. На данный момент экологическая полноценность водоема характеризуется наличием удовлетворительно чистой воды. Согласно ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций» класс качества воды водных объектов с экологических позиций – III «умеренно загрязненная». Использование такой воды - техническое, рекреационное, для ограниченного орошения, поения животных.

3. Вода из пруда вполне пригодна для использования. Она подойдет для орошения сельскохозяйственных земель, водопоя скота, санитарных, противопожарных и спортивных потребностей. Но для использования данной воды для питья стоит подвергнуть её очистке, фильтрации и дезинфекции. Гипотеза подтвердилась частично.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, вода из пруда по физико-химическим показателям соответствует норме. Но кроме физико-химических показателей существуют также и биологические, по которым вода не анализировалась. Именно поэтому нельзя точно установить безопасность употребления данной воды человеком.

Список использованных источников

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды...»
2. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
3. Министерство общего и профессионального образования Свердловской области Государственное автономное образовательное учреждение среднего профессионального образования Свердловской области «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ КОЛЛЕДЖ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА» ВОДА, КАК ОБЪЕКТ АНАЛИЗА Номинация: «Учебно-методическая продукция» Вид методической продукции: учебно-методическое пособие Автор: Хурамшина Ирина Зинуровна
4. Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом РД 52.24.495-2005
5. К.И. Годовская. Технический анализ. М., Высшая школа, 1972.
6. Пруд — Рувики: Интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]<https://ru.ruwiki.ru/wiki/Пруд>

Приложение 1. Методики и расчеты определения некоторых показателей

Органолептические показатели

Запах

Таблица 8. Характер и род запаха воды естественного происхождения.

Характер запаха	Примерный род запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточной воды
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Не подходящий под предыдущие определения

Ход работы:

1. при 20 °С: в коническую колбу в притертой пробкой вместимостью 250 см³ отмеривают 100 см³ испытуемой воды температуры 20 °С, закрывают пробкой, перемешивают, затем колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха.

2. при 60 °С: в колбу отмеривают 100 см³ испытуемой воды, накрывают колбу часовым стеклом и подогревают на водяной бане до температуры 50 - 60 °С. Содержимое колбы несколько раз перемешивают, затем сдвигают стекло в сторону и определяют характер и интенсивность запаха.

Таблица 9. Оценка интенсивности запаха воды

Балл	Интенсивность запаха	Качественная характеристика
0	-	Отсутствие осязаемого запаха
1	Очень слабая	Запах, не поддающийся обнаружению потребителям, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем
2	Слабая	Запах, не привлекающий внимания потребителя, но обнаруживаемый, если на него обратить внимание
3	Заметная	Запах легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением
4	Отчетливая	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья
5	Очень сильная	Запах настолько сильный, что вода становится непригодной для питья

Прозрачность

Ход работы:

исследуемую воду после взбалтывания наливают в мерный цилиндр, отградуированный по высоте в см, с прозрачным плоским дном. Для определения использовался мерный цилиндр, который был закреплен на

штативе на расстояние 4 см от дна до печатного шрифта Снеллена, на который смотрят сверху вниз через столб воды, наполняя цилиндр водой. Высота этого столба воды в сантиметрах определяет степень прозрачности воды.

Образец для определения прозрачности воды:

Настоящий стандарт устанавливает методы определения общих физических свойств хозяйственно-питьевой воды: запаха, вкуса и привкуса, температуры, прозрачности, мутности, взвешенных веществ и цветности.

5 4 1 7 8 3 0 9

Минимально допустимая прозрачность питьевой воды – не менее 30 см по шрифту Снеллена. Вода с прозрачностью от 20 до 30 см – слабо мутная, от 10 до 20 см – мутная, до 10 см – очень мутная.

Определение цветности

Ход работы:

1. Приготовление раствора №1

К 0,045 г измельчённого дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ добавляют 1,0 г сульфата кобальта (II) $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ и 1 см³ концентрированной серной кислоты, растворяют в дистиллированной воде, и доводят до объёма 500 см³. Раствор соответствует цветности 500°.

2. Приготовление раствора №2

1 см³ концентрированной серной кислоты доводят дистиллированной водой до объёма 1 дм³.

3. Для определения цветности предварительно строится калибровочный график по шкале цветности, в соответствии с таблицей (приготовление шкалы цветности):

Таблица 10. Приготовление шкалы цветности

Раствор №1, см ³	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
Раствор № 2, см ³	50	49,9	49,8	49,7	49,6	49,5	49,4	49,2	49,0	48,8
Цветность, °	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
А ср.	0,299	0,310	0,312	0,313	0,320	0,320	0,325	0,327	0,328	0,329

Определение pH и удельной электропроводности исследуемой воды

1. Определение pH

в подготовленный стакан наливаем исследуемую воду, погружаем датчик определения pH, снимаем показания с ПК, выводим среднее значение.

2. Определение удельной электропроводности

в подготовленный стакан наливаем исследуемую воду, погружаем датчик определения удельной электропроводности, снимаем показания с ПК, выводим среднее значение.

Сухой остаток

Оборудование, посуда: анализатор влажности MA-30 Sartorius со встроенными электронными весами с дискретностью отсчета 0,001 г; пипетка мерная, чашка фарфоровая вместимостью 20 см³; электроплитка; водяная баня.

Ход работы:

в прокаленную, охлажденную и взвешенную фарфоровую чашку помещают 20 см³ анализируемой воды. Воду выпаривают на водяной бане досуха. Затем переносят чашку с остатком в анализатор влажности при 105°C до постоянной массы, т.е. на табло прибора после сушки отобразится 0 %. Чашку охлаждают и вновь взвешивают.

Определение общей жёсткости

Оборудование, посуда, реактивы: анализатор влажности MA-30 Sartorius со встроенными электронными весами с дискретностью отсчета 0,001 г; мерная посуда: колбы, пипетки, бюретка; коническая колба на 200-250 см³; раствор Трилона Б (ЭДТА) $C = 0,05$ моль/дм³; аммиачно-буферный раствор; индикатор хром темно-синий;

Ход работы:

Выбор объема пробы для анализа: перед выполнением анализа пробы воды с неизвестной величиной жесткости воды проводят оценочное титрование. Для этого берут 10 см³ воды, добавляют 0,5 см³ буферного раствора, индикатор и титруют раствором Трилона Б до перехода окраски в голубую. По величине израсходованного на титрование объема раствора Трилона Б выбирают из таблицы соответствующий объем пробы воды.

Таблица 11. Объем воды, рекомендуемый для определения жесткости по результатам оценочного титрования

Объем израсходованного раствора Трилона Б, см ³	<2	2-4	4-8	>8
Рекомендуемый объем пробы, см ³	100	50	25	10

Таблица 12. Результат оценочного титрования:

Объем израсходованного раствора Трилона Б, см ³	2
Рекомендуемый объем пробы, см ³	100

В коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят 100 см³ исследованной воды, прибавляют 5 см³ буферного раствора и небольшое количество индикатора на кончике шпателя. Титрование проводят 3 раза при сильном взбалтывании 0,05 н. раствором Трилона Б до изменения окраски индикатора от винно-красного до голубого. Титрование производят в присутствии «свидетеля» и до получения трех сходимых результатов.

Качественное определение окисляемости воды

Оборудование, посуда, реактивы: плитка электрическая; коническая колба вместимостью 250 см³ с кипелками; воронка стеклянная; мерные цилиндры на 10 см³; мерные пипетки объемом 10 и 100 см³; 30% раствор серной кислоты; 4% и 0,01 н раствор перманганата калия.

Определения содержания общего железа

Ход работы:

1. Приготовление рабочих растворов

Основной стандартный раствор соли Fe³⁺ (1 см³ раствора содержит 0.1 мг Fe³⁺) – 0,8607г свежеперекристаллизованных железоммонийных квасцов NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O растворяют в мерной колбе емкостью 1 дм³ в небольшом количестве дистиллированной воды, добавляют 5 см³ серной кислоты (плотность 1,84 г/см³) и доводят объем раствора дистиллированной водой до метки.

. Перекристаллизация железоммонийных квасцов

120 г железоммонийных квасцов растворяют при нагревании в 100 см³ дистиллированной воды, подкисленной 3-5 см³ серной кислоты плотностью 1,84 г/ см³ и содержащей 1 см³ перекиси водорода. После растворения квасцов раствор фильтруют и охлаждают при перемешивании. Кристаллы отфильтровывают и сушат между листами бумаги. Кристаллы должны иметь аметистовый цвет. Хранят препарат в склянке и притертой пробкой.

3. Рабочий стандартный раствор соли Fe³⁺ (1 мл раствора содержит 0,01 мг Fe³⁺) готовят в день проведения анализа разбавлением основного стандартного раствора в 10 раз дистиллированной водой.

4. Приготовление 10 % раствора роданида калия: навеску 10 г KCNS растворяют в 90 см³ в дистиллированной воды

5. Приготовление разбавленной азотной кислоты (1:1) — 50 см³ концентрированной HNO₃ добавляют в 50 см³ дистиллированной воды при перемешивании в фарфоровом стакане.

6. Построение градуировочного графика: в мерные колбы емкостью 50 см³ последовательно вливают 0,00; 0.50; 1,00; 1,50; 2,00; 3,00; 4,00; 6,00; 8,00; 10,00 см³ рабочего стандартного раствора соли Fe³⁺ (в 1 см³ раствора — 0,01 мг Fe), добавляют в каждую из колб по 2 см³ HNO₃ (1:1), затем последовательно добавляют в каждую колбу по 8 см³ KCNS, доводят объем раствора до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и сразу же измеряют оптическую плотность растворов с синим светофильтром.

По полученным данным строят градуировочный график зависимости оптической плотности от содержания железа.

Анализ исследуемого раствора: в мерную колбу емкостью 50 см³ отбирают 40 см³ исследуемой воды, добавляют 2 см³ HNO₃(1:1), 8 см³ KCNS, перемешивают и измеряют оптическую плотность с синим светофильтром. По градуировочному графику находят содержание железа.

Таблица 13. Построение градуировочного графика

Оптическая плотность пробы	Концентрация ионов железа, определенная по градуировочному графику (мг/дм ³)
0,387	176

Измерение уровня кислорода в воде.

Оборудование и реактивы: Слянки для определения; мерные пипетки 1-10 см³; колба коническая 200-250 см³; бюретка для титрования; щелочной раствор иодид-иодата; раствор соли марганца; соляная кислота; тиосульфат С=0.01 моль/дм³; крахмал.



Фотография 1: используемые реактивы



Фотография 3